



Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

---

## **FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR VÄXTHUSPLANTAGER MED GRAN**

Lisa Hörnsten

**Arbetsrapport nr 300**

**1995**

SkogForsk, Glunten, 751 83 UPPSALA  
Tel: 018-188500 Fax: 018-188600

Serien Arbetsrapporter dokumenterar långliggande försök, inventeringsdata m.m. och distribueras ej till andra än direkt berörda.

---

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

<i>SkogForsk-Nytt:</i>	Nyheter, sammanfattningar, översikter.
<i>Resultat:</i>	Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.
<i>Redogörelse:</i>	Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.
<i>Report:</i>	Vetenskapligt inriktad serie.
<i>Handledningar:</i>	Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

## Innehåll

Sammanfattning .....	1
Bakgrund .....	1
Allmänt.....	2
Erfarenheter av växthusplantager.....	3
SkogForsk.....	3
Biologiska aspekter .....	4
Ymparnas ålder.....	4
Skötsel .....	4
Kott- och fröproduktion hos gran.....	7
Några tekniska aspekter .....	7
Bevattning och gödning.....	7
Vilket utrymme behöver ymparna.....	8
Ekonomi .....	8
Kalkylförutsättningar.....	9
Frågor som återstår att lösa .....	10
Referenser .....	11
Personligt meddelande .....	12
Bilaga 1 .....	13
Bilaga 2 .....	14
Bilaga 3 .....	15

## Sammanfattning

Nästan allt förädlad skogsodlingsmaterial som används idag kommer från konventionella fröplantager. Denna produktion av massförökat, förädlad material täcker dock varken dagens eller framtida behov (SkogForsk, 1995). Framställning av frö i växthusplantager skulle bland annat därför kunna bli ett intressant komplement, särskilt för speciellt värdefulla material. Metoden att framställa barrträdsfrö i växthusplantager provas för närvarande både i försöks- och praktisk skala på många håll i världen med flera olika arter. Inom SkogForsk har växthuskonceptet testats för tall sedan mitten av 1980-talet, senare även för gran.

Tanken bakom växthusplantager är att kontrollera blomning och pollinering i detalj, vilket för gran görs enligt följande: När ymparna uppnått blomningsstadiet (avslutat sin juvenila fas) blomningsstimuleras de, framför allt genom värmebehandling i växthus och injicering av hormoner (gibberelliner). Rotbeskärning och torkstress förekommer också. Därefter ställs ymparna på friland till våren året därpå, då de flyttas in i växthus för att isolera honblommorna från vildpollen. Pollineringen kan sedan ske antingen helt kontrollerat, med tilläggs-pollinering eller genom fri avblomning mellan ymparna inuti växthuset. Efter avslutad honblomning står ymparna antingen kvar i växthuset eller flyttas återigen ut på friland för kottmognad.

Eftersom ymparna odlas i krukor kan genetiskt "utgallrade" kloner plockas bort och plantagen kontinuerligt förbättras genom att bättre material tillförs. Detta medför att plantagen ständigt kan producera frö av högre förädlingsgrad än traditionella plantager. Genom att de krukade ymparna är mindre blir också arbetsmoment som pollinering och kottinsamling enklare.

Jämfört med traditionella fröplantager innebär växthusplantager en mer intensiv form av fröframställning. För konventionellt framställt frö varierade kostnaderna 1991 mellan 2–15 öre/st (Wilhelmsson, 1993), medan frö från växthusplantage beräknas kosta ca 20 öre (1995-års kostnadsnivå, se bilaga 1). Vissa ingångsdata, som är avgörande för den framtida ekonomin är dock osäkra, t.ex. fröproduktionen. En halverad fröproduktion fördubblar frökostnaderna.

## Bakgrund

Den idag helt dominerande metoden för massförökning av förädlad material är via konventionella, markbaserade plantager. De existerande plantagerna kan delas in i "äldre" plantager, baserade på det ursprungliga plusträdurvalet från 40- och 50-talen samt "yngre" plantager, som bygger på plusträd insamlade kring 1980 samt utvalda avkommor i fältförsök. De äldre granfröplantagerna omfattar idag cirka 209 ha och de yngre, varav inte alla anlagts än, 198 ha. Den sammanlagda fröskörden i de äldre granplantagerna uppgick

åren 1979–1988 till i genomsnitt 296 kg frö/år. Detta motsvarar endast cirka 15 % av fröbehovet för framställning av granplantor i Sverige. Underskottet kommer att bestå även när de "yngre" plantagerna nått produktiv ålder. I SkogForsks utredning "Strategi för framtida skogsträdsförädling och framställning av förädlad material i Sverige" (1995) beräknas Götalands fröbehov endast kunna täckas till 30 % av plantagefrö, även om plantagerna skördas maximalt.

Anledningen till den låga försörjningsgraden av granfrö från plantager är dels att för liten plantageareal anlagts, dels den långa väntetiden innan granen börjar blomma. Granens fröproduktion är också mer sporadisk än tallens, och fröutbytet hämmas ofta av insektsskador. Problemen kan till viss del åtgärdas genom aktiv skötsel, blomningsstimulering och insektsbekämpning i plantagerna. För speciellt värdefulla material kan dock växthusplantager vara ett intressant alternativ. På många håll i världen provas växthusplantager i både försöks- och praktisk skala. SkogForsk har sedan mitten av 1980-talet arbetat med växthuskonceptet för tall och senare även för gran. Fortfarande återstår frågor att lösa.

I denna arbetsrapport görs en genomgång av befintlig kunskap om växthusplantager. Syftet är att ge en överblick av förutsättningar för anläggning av växthusplantager, men även att peka på behov av forskning och utveckling. Genomgången tar upp biologiska och tekniska aspekter, men även kostnader för växthusplantager med gran.

## Allmänt

Eriksson (1993) ger följande översiktliga beskrivning av växthusplantager: "En växthusplantage består av flyttbara ympar (2–5 meter höga), som placeras i växthus för blomningsstimulering och kontrollerad pollinering. Ymparna odlas intensivt i krukor för tidig och riklig blomning. Flexibiliteten i systemet är stor och såväl växthusplantagen som produktionsinriktningen kan se lite olika ut beroende på trädslag och syfte.

En stor fördel jämfört med den konventionella plantagen är att förädlingsframsteg snabbare kan omsättas i en växthusplantage. I en växthusplantage kan faderskapskontrollen vara fullständig och möjligheterna att genom skötsel optimera fröets fysiologiska egenskaper förhoppningsvis goda. Vidare kan skörden av pollen och frön bli betydligt billigare i en växthusplantage än i en konventionell plantage. Kontrollerade fröpartier från växthusplantor är också väl lämpade som utgångsmaterial för olika former av vegetativ förökning. En annan fördel är den förkortade väntetiden tills fröproduktionen kommer igång".

Eftersom ymparna odlas i krukor kan "utgallrade" kloner plockas bort och plantagen kontinuerligt förbättras genom att genetiskt bättre material tillförs. Detta medför att plantagen ständigt kan producera frö av högre

förädlingsgrad än traditionella plantager. En annan fördel är ymparnas storlek, som förenklar arbetsmoment som pollinering och kottinsamling.

## Erfarenheter av växthusplantager

Idag finns det växthusplantager i försöksskala och praktisk drift på olika håll i världen. I Finland och Sverige finns väl fungerande plantager för björkfrö (Pöykkö & Pirttilä, 1990; Rosvall, 1986). När det gäller gran (*Picea abies*) finns en kommersiell växthusplantage i Norge (Oplands Skogselskap i Biri) som startade 1983 (Johnsen m.fl., 1994a).

I Kanada (the British Columbia Ministry of Forests) har växthusplantager använts sedan 1980 för förädlingspopulationer av Engelmannsgran (*Picea engelmannii*), Vitgran (*Picea glauca*) och Hemlock (*Tsuga heterophylla*) med goda produktionsresultat (Ross m.fl., 1986).

I USAs sydstater odlar Weyerhaeuser försökspopulationer av Loblolly pine (*Pinus taeda*) och i Maine (University of Maine) pågår sedan 1987 förädlingsprogram med Europeisk lärk (*Larix decidua*), Japansk lärk (*Larix leptolepis*) och Tamarack (*L. laricina*) (Eysteinson m.fl., 1993).

Försöksverksamhet med växthusplantager pågår med gran och tall (*Picea abies*, *Pinus sylvestris*) i Finland (Pöykkö, 1993), i Storbritannien med sitkagran (*Picea sitchensis*) (Tompsett & Fletcher, 1979) och i Litauen med både gran och tall (*Picea abies*, *Pinus sylvestris*) (Girinas & Danusyavichus, 1977). I Kanada görs försök med cypress (*Chamaecyparis nootkatensis*) och i Japan med Kryptomeria (*Cryptomeria japonica*) (Kobayashi m.fl., 1990).

## SkogForsk

SkogForsk har lång erfarenhet av blomningsstimulering och växthusodling av tallympar genom verksamheten med isoleringshus vid Brunsbergs försöksstation och i konventionella plantager. En hel del av de praktiska erfarenheterna kan troligen överföras till gran.

SkogForsk har tidigare varit aktivt engagerade i forskningsprojekt om blomningsstimulering, både i plantager (Högberg & Eriksson, 1994) och i krukor (Odén m.fl., 1994). Effekterna på blomning av gibberellin, värme och rotbeskäring (sistnämnda endast på friland), är idag relativt kända.

I Ekebo används blomningsstimulering som rutin i förädlingsprogrammet för gran. Syftet är att skapa ett begränsat antal frön per korsning för teständamål. Jämförande försök av blomningsförmåga hos ympar och sticklingar förökade samtidigt från samma kloner startas denna sommar (1995).

I Brunsberg har gran provats i pilotskala vid sidan av det stora programmet för kontrollerad befruktning hos tall och contorta. Gibberellin- och värmebehandling av både sticklingar och ympar har testats. Effekterna är genomgående positiva för tall, men dåliga för contorta förmodligen p.g.a. gibberellinskadorna. För gran har responsen på blomningsstimulering hittills varit dålig, även om enstaka kloner av 12-åriga (ontogenetisk ålder) sticklingar har producerat kottar och 15-åriga sticklingar erhållit riklig blomning.

## **Biologiska aspekter**

### ***Ymparnas ålder***

*Picea abies* kan inte förmås blomma förrän dess juvenila fas avslutats, vilket normalt sker vid 20–30 års ålder. För att snabbt få igång blomning hos gran är det därför viktigt att korta ner den juvenila fasen så mycket som möjligt. Genom att använda ympar av moget material kan blomning fås relativt snabbt. I Norge har fyraåriga ympar (*Picea abies*) blomningsstimulerats med positivt resultat (Johnsen m.fl., 1994b). I Ekebo har 6–8 åriga ympar använts (Högberg, 1989). I Kanada har sjuåriga krukade ympar av *Picea engelmannii* använts i försök med olika behandlingar där mellan 70 %–90 % har blommat (Ross m.fl., 1986).

### ***Skötsel***

Fram tills ymparna är blomningsmogna kan de antingen odlas på friland eller i krukor. Vid odling i krukor sker omplantering så att ymparna vid 1,5–2,5 meters höjd växer i 15–50 liters krukor (Johnsen m.fl., 1994b; Eastham m.fl., 1988). I Biri planteras ymparna om i 200 liters krukor vid ca 8 års ålder, då ymparna är 5–6 meter (Sven Christianssen, pers meddel.). Substratet i krukorna kan vara en blandning av sand och torv med makadam i botten, vilket används i Brunsberg med gott resultat.

Ett problem vid krukhantering är att ymparna blir svårhanterliga om de blir för stora. Om man som Högberg (1989) räknar med att blomningsstimulering kan börja vid ca 1,5 meters höjd och kanske kan fortgå till 3–4 meters höjd, kan troligen bara 5–6 år utnyttjas för samma ymp. Beskrning av både rot och ovanjordsdelen kan göra det möjligt att hålla ymparna i lämplig storlek längre tid. Nackdelen är att detta minskar blomningsbenägenheten ett antal år, något som dock behöver studeras närmare. I Biri beskär ymparnas toppskott årligen för att behålla en praktiskt hanterbar storlek så lång tid som möjligt. De äldsta ymparna där är idag 12 år, ca 6 meter höga och fungerar fortfarande bra i plantagen.

I USA och Kanada sker övervintring ofta i växthus. Ymparna står i så fall betydligt tätare, mer packade, än då de står i växthus under tillväxtperioden. I Biri (gran) och i Brunsberg (främst tall) har de invintrade ymparna däremot stått utomhus och klarat även sträng kyla (-30°) bra, när det funnits snö. Eriksson (pers. meddel.) menar att de yttre delarna av rotsystemet

antagligen fryser bort vid vinterförvaring utomhus, vilket verkar ge en "beskärningseffekt".

### **Blomningsstimulering - år 1**

För att ymparna ska få så många han- och honblommor som möjligt kan de blomningsstimuleras genom behandling med värme, hormoner (gibberelliner, GA<sub>4/7</sub>), rotbeskärning och/eller torkstress. Hos gran sker blomdifferentieringen under skottsträckningen. Hanblommor differentieras när skottet sträckt ca 60 % och honblommorna 90 % av dess slutliga längd. En bedömning av hur långt skottsträckningen avancerat kan därför fungera som grund för när olika åtgärder skall utföras (Högberg, K.-A. pers. meddel.).

Det säkraste sättet att öka honblomningen är, enligt erfarenheter från Biri, genom att kombinera hormon- och värmebehandling (Johnsen m.fl., 1994b). För *Picea engelmannii* gäller att värmebehandling ger ökad honblomning då den ges under det senare stadiet av den långsamma skottsträckningen (m.a.o. slutet av skottsträckningen). Om värmebehandling istället ges i början av skottsträckningen, den period då skotten sträcker snabbt, minskar kottsättningen, till skillnad från torkstress samma period som ökar kottsättningen (Ross m.fl., 1986). (Det har dock visat sig vara svårt att arbeta med torkstress i praktisk skala.) Ympar av *Picea abies* som behandlats med en kombination av värme och hormoner får jämfört med enbart värmebehandling en minskad kottabortering (Johnsen m.fl., 1994a).

För att öka hanblomning är värmebehandling viktigare än hormonbehandling (Johnsen m.fl., 1994b). Stimuleringen har störst effekt på hanblomningen hos unga ympar, där hanblomning annars är sällsynt (Ross m.fl., 1986).

Vid behandling med hormoner injiceras vanligtvis en blandning av gibberellin och etanol i stambasen. En annan metod är att spraya hormonet över ymparna, något som dock kräver högre doser av det ganska dyra medlet, eftersom kuticula på barr och skott hindrar en stor del av upptaget (Johnsen m.fl., 1994b). Båda metoderna har i en del fall resulterat i skador, dels att barren blivit gula och fallit av och dels att hela ympen dött (Johnsen m.fl., 1994b). Enligt Högberg, K.-A. (pers. meddel.) är riskerna för gibberellinskadorna stora om behandlingen sker i kyla, innan ymparna flyttats in i växthus .

Rotbeskärning tillämpas varken i Ekebo eller Biri.

I Ekebo har följande rutiner utarbetats för blomningsstimulering (Högberg, K.-A. pers. meddel.): När skottsträckningen nått ca 60 % av skottets slutliga längd tas ympen in i växthus (ungefär i mitten av juni) där temperaturen är ca +30°C dagtid och +25°C nattetid. Efter någon dag inomhus sker en första gibberellinbehandling (GA<sub>4/7</sub>), som framför allt stimulerar hanblomningen.



När skotten nästan sträckt färdigt, cirka en vecka senare, görs en andra gibberellinbehandling, för stimulering av honblomning. Det är ingen antagonism mellan han- och honblomning utan båda kan ske på samma ymp utan problem.

När skotten sträckt färdigt får ymparna stå i växthus ytterligare en vecka, vilket gör att de totalt står inomhus 3–4 veckor.

## Pollinering och kottmognad - år 2

Erfarenheterna i Ekebo visar att 2/3 av klonerna kan blomma efter blomningsstimulering (både med avseende på han- och honblommor) (Högberg, 1989).

I och med att blomningsstimuleringen ökar mängden hanblommor blir pollenmängden större. För ympar som står på friland under blomningen kan detta leda till att inblandningen av vildpollen minskar, men för att helt utesluta inkorsning kan ymparna flyttas in i växthus (utan värmebehandling) innan hanblomningen startar. Under honblomningen kan pollineringen därefter ske antingen helt kontrollerat, med tilläggs-pollinering eller genom fri avblomning. Takfläktar skulle då kunna användas för att öka pollenspridningen (Bower m.fl., 1986).

Pollineringen kan göras ännu mer effektiv om både tidig- och senblommande kloner kan fås att blomma samtidigt vilket kan ske genom att låta ymparna växa svalare respektive varmare än omgivande temperatur. På så vis blir pollenkoncentrationen högre och riskerna för självpollinering mindre oavsett om ymparna står i växthus eller på friland (Ross m.fl., 1986).

Det är viktigt att varken luftfuktighet eller temperatur blir för hög under pollineringen eftersom det försämrar pollenets kvalitet, t.ex. genom för tidigt groning (Högberg, 1989; Johnsen m.fl., 1994a). Blommor som isolerats med papperspåsar vid kontrollerade korsningar har i Biri haft mycket högre frekvens av kottabortering jämfört med fri blomning i växthus (Johnsen m.fl., 1994a).

Efter pollineringen kan ymparna antingen flyttas utomhus eller stå kvar i växthusen. Frö-mognad har samma krav på miljöfaktorer som tillväxt, dvs. tillräckligt hög temperatur och god närings- och vattentillgång. Dessa faktorer skulle teoretiskt kunna styras i växthus. Erfarenheterna av att låta frö-mognaden ske i växthus är dock blandade. Sannolikt beror detta på att höga temperaturer och hög luftfuktighet är svåra att undvika om ventilationen inte är tillräcklig. I kanadensiska försök blev kottarna på *Picea engelmannii* mindre och fick både lägre antal och lägre procentandel matade frön då ymparna stod kvar i ouppvärmat växthus jämfört med när kottarna utvecklades utomhus (Ross, 1985). I Biri och Ekebo står ymparna på friland efter pollineringen (Högberg, K.-A., pers. meddel.). Insektsskador som är ett stort problem vid odlingar i växthusplantager, kan däremot minska om ymparna står skyddat i växthus. Sannolikt kan det trots inomhusförvaring bli nödvändigt att använda insekticider eller biologisk bekämpning för att säkra fröproduktionen (Eastham m.fl., 1988). I Biri förekommer insektsskador under kottår för granarna i omgivningen, men genom att vara observant och sätta in eventuella behandlingar i tid går problemen att bemästra. Erfarenheter från Brunsberg på tall visar att inomhusklimatet under frö-mognaden kan bemästras så att fröutbyte och frökvalitet blir högre än vid frö-mognad utomhus (Hörnsten, opubl.).

### **Viloår - år 3?**

Eftersom granens fysiologi medför att kottsättning som mest sker vart annat år blomningsstimuleras maximalt hälften av ymparna årligen. Eastham (1988) menar att *Picea engelmannii* kan ge uthållig och hög blom- och kottproduktion vart annat år. I Biri däremot har ymparna ett "viloår" efter kottsättningsåret innan de på nytt blomningsstimuleras, dvs. en treårscykel.

### **Kott- och fröproduktion hos gran**

I växthusplantager är fröutbytet (antal frön/kotte) generellt sett lågt och stora vinster skulle göras om det var möjligt att förbättra detta.

I Biri erhöles i genomsnitt 39 matade frön/kotte (1991) medan det på Skog-Forsks försöksstation i Ekebo blir 20–30 st vilket kan jämföras med ett "normalvärde" för svenska skogskottar på ca 80 matade frön (Johnsen m.fl., 1994a; Högberg, K.-A., pers. meddel.; Mähler, T. pers. meddel.).

I Biri 1991 skördades i genomsnitt 20 kottar/ymp medan det blev ca 10 kottar/ymp i Ekebo (Johnsen m.fl., 1994a; Högberg, K.-A., pers. meddel.).

Johnsen m.fl. (1994a) kalkylerar att 400 honblommande ympar i Biri kan producera 2–3 kg frö/år (= 400 000 frön), men en långsiktig produktionsnivå för hela plantagen, där inte växthusarealen utnyttjas fullt ut (1 250 m<sup>2</sup>), är 1 kg frö/år.

Dessa nivåer kan jämföras med konventionella granfröplantager där årsproduktionen varierar kraftigt och där det kan vara långt mellan goda år. I genomsnitt skördades i samtliga granfröplantager i landet 1,4 kg/frö per hektar och år under perioden 1978–1987 (SkogForsk, 1995). Den bättre hälften av landets granfröplantager, bl.a. rätt belägna i terrängen, producerade åren 1980–1984 i genomsnitt 4,6 kg frö per hektar (Wilhelmsson, 1986).

## **Några tekniska aspekter**

### **Bevattning och gödning**

För att få ett så gott resultat som möjligt med avseende på blomning och fröutbyte är det viktigt att ymparna är i så god kondition som möjligt. Bra bevattning är en viktig del och droppbevattning har visat sig fungera bra. Den används t. ex. i Biri, Brunsberg och British Columbia (Eastham, 1988; Ross m.fl. 1986). Gödning kan tillföras på två sätt, antingen via bevattningssystemet eller som toppdressing i krukorna (Eastham, 1988). I Biri sprids vanligt plantskolegödsel via bevattningsanläggningen, medan det i Brunsberg används fastgödsel.

## **Vilket utrymme behöver ymparna**

Antalet ympar som ryms i ett växthus är framför allt beroende av ymparnas storlek. Under år 1, blomningsåret, måste ymparna stå så rymligt att det är praktiskt möjligt att arbeta runt dem vid gibberellinjiceringen. Ymparna måste också stå så att maskinell transport in och ut ur växthuset är möjlig. Vid planering av en växthusplantage måste man också beakta behovet av frilandsareal, eftersom ymparna står på friland en del av året.

I Biris växthus står ymparna under blomstimuleringsåret, i dubbla rader (2 meters mellanrum) mellan tre meter breda "körvägar". Under pollineringen, år två, ställs de däremot i rektangulära "kluster" med 1–1,2 meter emellan ymparna.

Ross m.fl. (1986) räknar att  $2 \times 1\,650$  ympar av Engelmanngran eller Hemlock skulle behöva  $700\text{ m}^2$  växthusyta, vilket motsvarar endast  $0,4\text{ m}^2$  per ymp. Utomhus skulle en lika stor yta ( $700\text{ m}^2$ ) krävas för frilandsförvaringen.

## **Ekonomi**

Jämfört med traditionella fröplantager innebär växthusplantager en mer intensiv form av fröframställning. Kostnaderna för konventionellt framställt frö varierade 1991 mellan 2–15 öre/st (Wilhelmsson, 1993), medan frö från växthusplantage beräknas kosta 21 öre (1995-års kostnadsnivå, se bilaga 1). Om det redan finns avskrivna växthus och transportfordon för ymparna sjunker frökostnaden till cirka 14 öre/st (se bilaga 2).

Frön framställda i växthusplantager får jämfört med frön från konventionella plantager en högre förädlingsgrad, vilket bland annat beror på att (moderymparna) är av senare datum och därmed är mer förädlad. Denna förädlingsvinst, som inte ingår i kalkylerna, kan dock bli hög. I SkogForsk (1995) anges just den övre potentialen för växthusplantager som mycket hög jämfört med konventionella plantager.

Vissa ingångsdata som är avgörande för den framtida ekonomin är dock osäkra, t.ex. fröproduktionen, se tabell 1 nedan. Skulle fröproduktionen endast bli hälften av den beräknade fördubblas framställningskostnaderna per frö. Om ymparna skulle producera maximalt redan första skörden sjunker kostnaderna med knappt två öre/frö liksom i fallet att ymparnas första skörd inträffar två år tidigare. Ymparnas förband, och därmed det antal som kan användas samtidigt i växthuset har också stor betydelse. Om antalet ympar halveras jämfört med kalkylen ökar kostnaden med 9 öre/frö.

Även investeringskostnaderna är betydelsefulla. Om ympkostnaderna eller kostnaderna för anläggningen av växthuset fördubblas ökar priset med 4 respektive 6 öre/frö.

**Tabell 1.****Redovisning av förändringar i frökostnaderna (öre/frö) vid olika förändringar i ingångsdaten förutsatt övriga variabler förblir lika.**

Framställningskostnader enligt kalkyl (bilaga 1)	21 öre/frö
Kalkyl enligt bilaga 1 där	
* kostnader för växthus och truck inte ingår	-7
" * rotationsperioden är 2 år (ingen vila år 3)	-3"
" * maxprod uppnås redan 1:a skörd	-2"
" * första skörd inträffar 2 år tidigare	-2"
" * kst fördubblas för ymparna	+3"
" * kostnaderna fördubblas för anläggning av växthus	+6"
" * antalet ympar i växthuset halveras	+9"
" * endast 60 % av ymparna sätter kott	+14"
" * fröproduktionen halveras	+20"

**Kalkylförutsättningar**

I bilaga 1 och 2 redovisas nuvärdeskalkyler för växthusplantager. Det första exemplet (bilaga 1) avser en helt ny anläggning, medan det i bilaga 2 kalkylerar med befintligt avskrivet växthus och transportfordon för ymparna.

I kalkylexemplen antas ymparna användas i en treårig rotation. Det första året (år ett), ställs ymparna i uppvärmt växthus för blomningsstimulering medan pollineringen år två sker i växthus utan värme. År tre "vilar" ymparna innan de åter blomningsstimuleras år fyra osv. Frånsett perioderna vid själva blomningsstimuleringen och pollineringen står ymparna på friland.

Växthuset (2 000 m<sup>2</sup>) antas rymma 1 500 ympar samtidigt. Eftersom pollinering av ympar och blomningsstimulering sker olika tid på året kan växthuset användas till båda momenten samma år. Med ett växthus och en treårig rotation används därmed totalt 4 500 ympar där 1 500 ympar blomningsstimuleras och 1 500 pollineras årligen. Växthuset tas i bruk och flyttningen av ympar börjar först när de är mogna och ska blomningsstimuleras (år 6). Investering av växthus och truck görs därför under år 5.

Fröskörden antas börja år 7 med en produktion på 450 frön/ymp för att senare, då ymparna är över 10 år gamla bli 1 600 frön/ymp. Kostnaderna för insamling av kott och fröklängning varierar från 2 400 kr/kg vid första skörden till knappt 1 100 kr/kg när maxproduktion uppnåtts.

När ymparna är 20 år gamla byts de ut mot ännu högre förädlad material. För att inte tappa produktion inskaffas denna nya omgång ympar år 10 och tas i bruk då de nått full produktion år 20.

I kalkylerna har 3 % realränta använts vid beräkningarna som gjorts med 30 års tidshorisont.

## Frågor som återstår att lösa

- Hur snart och hur hårt skall ympen beskäras ovan jord för maximal produktion av gröna skott och blomknoppar samtidigt som lämplig storlek bibehålls?
- Hur kan förhållandena under frömognad optimeras? Varmt och fuktigt klimat i växthuset kan vara ett problem, men kan det lösas kan troligen frömognad och frökvalitet bli bättre i växthus än utomhus.
- Kvantifiering av fröutbyte och frökvalitet under olika klimatförhållanden.
- Hur snart och i vilken omfattning kan en fröplanta eller stickling fås att blomma?
- Eftereffekter? -Resultaten från en norsk undersökning visar att frö från korsningar i växthus var mindre hårdiga än helsyskon från en utomhusfröplantage.
- Växthusplantagen i praktisk skala – tekniska och organisatoriska aspekter.
- Finns en risk att man genom selektion och urval mot kloner som svarar bra på blomningsstimulering samtidigt förlorar andra plusanlag?
- GA<sub>4</sub>/7 är inte registrerat hos kemikalieinspektionen och får därför endast användas i försöksverksamhet.

## Referenser

- Bower, R. C., Ross, S.D. & Eastham, A. M. 1986. Management of a Western Hemlock Containerized Seed Orchard. I: IUFRO Conference Proceedings, October 13–17, Williamsburg, Virginia. s. 604–612.
- Eastham, A. M. (red.), 1988. Operations Manual for interior Spruce Container Seed Orchards in British Columbia. 44 s. B.C, Ministry of Forests.
- Eriksson, U. 1993. Alternativa system för fröproduktion. I: Wilhemsson, L., Eriksson, U. & Danell, Ö. Produktion av förädlad frö. (Redogörelse nr 3), 52 s. Oskarshamn.
- Eysteinnsson, T., Greenwood, M. S. & Weber, J. 1993. Management of a Prototype Indoor Orchard for Accelerated Breeding of Larch. (CFRU Research Bulletin 9, Maine Agricultural Experiment Station Miscellaneous Report 377), 18 s. Maine.
- Girinas, Yu L. & Danusyavichus, Yu a. 1977. Referat. Uskorennoe vyrashchivanie privitykh azhentsev sosny i eli. Lesnoe Khozyaistvo nr 1: 58–61.
- Högberg, K.-A. 1989. Slutredogörelse av projekt "Blomningsstimulering i gran", Stencil, SkogForsk. 7 s.
- Hörnsten, L. 1995. Klimatets betydelse för tallfröets utveckling, opubl. SkogForsk.
- Johnsen, Ø., Døhlen, O. G., Haug, G., Grønstad, B. S., & Rognstad, A. T. 1994a. Seed Cone Abortion and Full Seed Production in an Indoor Seed Orchard with Potted Grafts of *Picea abies*. Scand. J. For. Res. 9: 329–332.
- Johnsen, Ø., Haug, G., Døhlen, O. G., Grønstad, B. S., & Rognstad, A. T. 1994b. Effects of Heat Treatment, and Gibberellin A<sub>4</sub>/7 on Flowering in Potted *Picea abies* grafts. Scand. J. For. Res. 9: 330–340.
- Kobayashi, R., Ueki, C., Tsunada, Y. & Uetsuki, Y. 1990. Referat i: Study on the systematization of the effectual crossing technique for Sani'n area. Rinboku Ikushujo Kenkyu Hokoku (= Bulletin of the Tree Breeding Institute), Kanto 8: 129–145.
- Odén, P. C., Wang, Q., Högberg, K.-A. & Werner, M. 1994. Quantification of Gibberellins A<sub>9</sub>, A<sub>1</sub> and A<sub>3</sub> in Relation to Flower Bud differentiation in *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research. 9: 341–346.
- Pöykkö, T & Pirttilä, V. 1990. Massproduction of Controlled Pollinated Scots Pine Seed in Polyhouses. I: Hahl, J. (red.), 1990. Metsänjalostussäätiö (Foundation for Forest Tree Breeding), 31–32. Helsingfors.

- Pöykkö, T. 1993. A short-term breeding programme applying the ideotype concept. I: Lee, S. J. (red.), Progeny testing and breeding strategies – Proceedings of the Nordic Group for Treebreeding, Edinburgh, Scotland. 6–10 October 1993, 110–117.
- Ross, S. D. 1985. Promotion of flowering in potted *Picea engelmannii* (Perry) grafts: effects of heat, drought, gibberellin A<sub>4</sub>/7, and their timing. Canadian Journal of Forest Research. 15: 618–624.
- Ross, S. D., Eastham, A. M. & Bower, R. C. 1986. Potential for Container Seed Orchards. I: Shearer, R. S. (red.), Proceeding Conifer Tree Seed in the Inland Mountain West Symposium (USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. INT-203), s. 180–186.
- Rosvall, O. 1986. Produktion av björkfrö i plastväxthus. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift. 5: 14–19.
- SkogForsk, 1995. Strategi för framtida skogsträdsförädling och framställning av förädlat material i Sverige. SkogForsk, utredning.
- Tompsett, P. B. & Fletcher, A. M. 1979. Promotion on Mature *Picea sitchensis* by Gibberellin and Environmental Treatments. The Influence of Timing and Hormonal Concentration. Physiol. Plant. 45: 112–116.
- Wilhelmsson, L. 1986. Skogsfröplantagernas avkastning frömognadsåret 1986. Institutet för skogsförbättring, Skogsträdsförädlingsinformation nr 5 1985/1986.
- Wilhelmsson, L. 1993. Ekonomiska aspekter på förädlat frö. I: Wilhelmsson, L., Eriksson, U. & Danell, Ö. Produktion av förädlat frö. (Redogörelse nr 3), 52 s. Oskarshamn.

## Personligt meddelande

Christianssen, Sven. Biri plantskola, Norge.  
Eriksson, Mats. SkogForsk.  
Högberg, Karl-Anders. SkogForsk.  
Mähler, Thyra. SkogForsk.



## Bilaga 1

## Bilaga 2

## Kalkylförutsättningar för växthusplantage

### Anläggning

Växthus 20 × 100 meter av underhållsfri polykarbonat. Takhöjen är minst 3,5 m (3,5 m till fackverket) vilket ger en bruksyta på 2 000 m<sup>2</sup>. Kostnad för hela anläggningen inklusive indragning av vatten och el, värmeanläggning/-ventilation samt droppbevattning är 2 000 000 kr.

Växthus anläggs år 5 då även eltrucken köps in så att de kan användas år 6 då ymparna blivit så stora att de är mogna för blomningsstimulering.

Eltruck för transport av ympar in och ut ur växthuset (inköp 200 000, drift ca 100 kr/dagsverke).

### Odlingsmaterial

Ympar, krukor och växtsubstrat behövs (125, 22 respektive 2 kr/st).

I beräkningarna har 2 000 ympar antagits rymmas samtidigt i växthuset. I kalkylen förutsätts att 1/3 (2 000) av det totala ympantalet (6 000) blomningsstimuleras var år, vilket medför att ymparna efter kottsättning år 2 har ett vilolår innan de åter blomningsstimuleras.

När ymparna är 20 år beräknas de bytas ut varför en ny omgång ympar inskaffas år 10. År 20 beräknas de gamla ymparna bytas ut av de då 10 åriga "nya" ymparna.

### Underhåll / drift

Tillverkaren av polykarbonatplasten i växthuset garanterar en livslängd på över 10 år. I kalkylen antas plasten fungera hela kalkylens tidshorisont (Trots att genomsläppligheten för ljus antas minska något).

Varje ymp står i uppvärmt växthus för blomningsstimulering totalt ca 4 veckor. Eftersom ymparna inte har sin skottsträckning exakt samtidigt måste uppvärmningen därför ske längre tid, ca 6 veckor. Vid uppvärmningen beräknas 20 m<sup>3</sup> olja a' 2 000 kr förbrukas.

Ymparna flyttas in i växthus för blomningsstimulering (med värme) år 1 och för pollinering (utan värme) år 2. Efter avslutad behandling flyttas de åter ut på friland. För en flytt av ymparna in/ut från växthuset åtgår 7 dv a' 1 000 kr.

fortsättning på bilaga 3.

### **Skötsel**

Gödning sker med flytande plantskolegödsel och sprids via droppbevattning (9,4 kr/ymp).

Hormoner (Gibberellin A<sub>4</sub>/7) och hormonbehandling som sker med injicering vid ympens stambas (7 kr/ymp inklusive arbete).

Pollinering sker över grupper av blommor med hjälp av pollenspruta. En pollenåtgång på 4 ml/ymp och en pollenkostnad runt 3–4 kr/ml ger kostnaden 16:-/ymp.

### **Kottinsamling**

Insamling av kott och fröklängning kostar vid första skörden (år 7) ca 2 600 kr/kg frö. Kostnaderna minskar när ymparna blir äldre och producerar mer. Vid år 8–10 blir kostnaderna därför ca 1 150 kr/kg frö för att mellan år 11–30 knappt bli 1 100 kr/kg frö. För de 2 000 ymparna i kalkylen innebär kottinsamling och fröklängning en kostnad som varierar från 16 000kr (år 7), 20 000 kr (år 8–10) till 24 000 kr (mellan år 11–30).

### **Fröproduktion**

Fröskörden antas börja år 7 då produktionen antas bli 450 frön/ymp. Mellan år 8 och 10 antas den bli 1 260 frön/ymp för att när ymparna är 11–20 år gamla bli 1 600 frön/ymp. Ett kg granfrö beräknas innehålla 145 000 frön.